

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-131017

(43)Date of publication of application : 09.05.2002

(51)Int.Cl.

G01B 11/00

G01B 11/24

G01B 11/25

G01C 3/06

G01S 17/46

(21)Application number : 2000-328285

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 27.10.2000

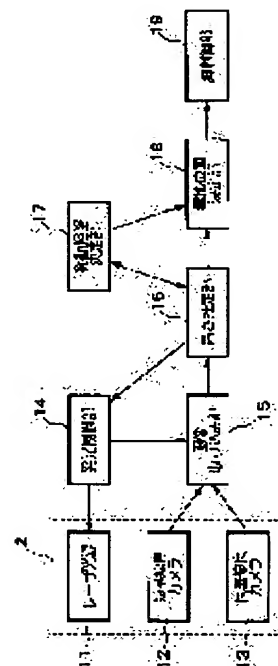
(72)Inventor : AOYAMA CHIAKI

(54) APPARATUS AND METHOD OF DISTANCE MEASUREMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus of distance measurement using a light-down method enabling to image a slit light precisely with making brightness distribution of the slit light to be imaged uniform.

SOLUTION: In the apparatus of distance measurement to image a reflected light of a laser light emitted by itself and to measure a distance to a measured object with a position relation between a light-emitting position of the laser light and an imaging position, a laser light-emitting means to emit the laser light, a beam diffusion means to make the laser light emitted from the emitting means become the slit light with diffusion of the laser light in one direction, an image capture means to image the reflected light of the slit light on an object surface and an adjusting means of light intensity distribution mounted between the diffusion means and the object to adjust light intensity distribution of the slit light in the direction of beam diffusion of the slit light are equipped.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-131017

(P2002-131017A)

(43) 公開日 平成14年5月9日 (2002.5.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 1 B	11/00	G 0 1 B 11/00	H 2 F 0 6 5
	11/24	G 0 1 C 3/06	Z 2 F 1 1 2
	11/25	G 0 1 S 17/46	5 J 0 8 4
G 0 1 C	3/06	G 0 1 B 11/24	K
G 0 1 S	17/46		E

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-328285 (P2000-328285)

(22) 出願日 平成12年10月27日 (2000. 10. 27)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 青山 千秋

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外5名)

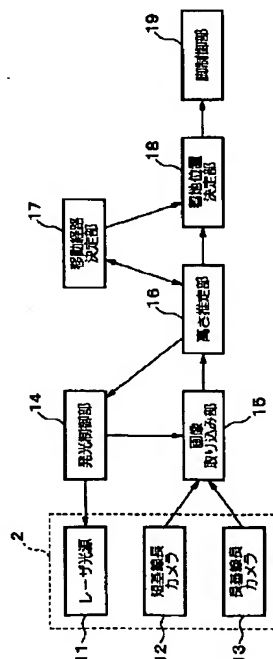
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離測定装置、及び距離測定方法

(57) 【要約】

【課題】 撮像されるスリット光の輝度分布を一様にして確実にスリット光の撮像を可能にする光切断法を用いた距離測定装置を提供する。

【解決手段】 自己が発したレーザ光の反射光を撮像し、レーザ光の発光位置と撮像位置の位置関係から測定対象物体までの距離を測定する距離測定装置であって、レーザ光を発するレーザ発光手段と、レーザ発光手段によって発せられたレーザ光を一方方向へ拡散してスリット光にするビーム拡散手段と、スリット光の物体表面における反射光を撮像する画像取得手段と、ビーム拡散手段と物体との間に設けられ、スリット光のビーム拡散方向にスリット光の光強度分布を調整する光強度分布調整手段とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 自己が発したレーザ光の反射光を撮像し、レーザ光の発光位置と撮像位置の位置関係から測定対象物体までの距離を測定する距離測定装置であって、前記距離測定装置は、

前記レーザ光を発するレーザ発光手段と、

前記レーザ発光手段によって発せられたレーザ光を一方へ拡散してスリット光にするビーム拡散手段と、

前記スリット光の前記物体表面における反射光を撮像する画像取得手段と、

前記ビーム拡散手段と前記物体との間に設けられ、前記スリット光のビーム拡散方向にスリット光の光強度分布を調整する光強度分布調整手段と、

を備えたことを特徴とする距離測定装置。

【請求項2】 前記光強度分布調整手段は、

前記物体の反射特性に基づいて決められた強度分布とすることを特徴とする請求項1に記載の距離測定装置。

【請求項3】 前記光強度分布調整手段は、

外部の制御信号に応じて前記レーザ光の透過率を変化させることによって光強度分布を変化させることを特徴とする請求項1に記載の距離測定装置。

【請求項4】 自己が発したスリット光の反射光を撮像し、スリット光の発光位置と撮像位置の位置関係から物体までの距離を測定する距離測定方法であって、前記距離測定方法は、

自己が発したレーザ光を一方へ拡散してスリット光にして、測定対象の物体に照射し、撮像された物体表面におけるスリット光の反射光の輝度分布が一様になるように、照射するスリット光のビーム拡散方向にスリット光の光強度分布を調整して測定を行うことを特徴とする距離測定方法。

【請求項5】 前記距離測定方法は、

前記物体の反射特性に基づいて決められた強度分布を有するスリット光を照射することを特徴とする請求項4に記載の距離測定方法。

【請求項6】 前記距離測定方法は、

撮像された物体表面におけるスリット光の反射光の輝度分布に応じて、照射するスリット光の強度分布を変化させることを特徴とする請求項4に記載の距離測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自己が発したレーザ光の反射光を撮像し、レーザ光の発光位置と撮像位置の位置関係から物体までの距離を測定する距離測定装置、及び距離測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、CCDカメラやコンピュータ画像処理の発展に伴って画像を使用した3次元計測が一般的になってきている。CCDカメラとコンピュータ画像処理を用いた3次元計測の一つとして光切断法がある。こ

の光切断法は、測定対象物体に対してスリット光を投影し、あたかも光の帯で物体を切断するかのようにして、別の方向からその光による切断面を観察するものである。また、レーザの出現により非常に細かく高輝度な光束が得られるようになったため、光切断法による3次元計測は、自由曲面を有している物体であっても高精度な計測が行えるようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】光切断法は、自己が発したスリット光を自己に備えられたCCDカメラによって物体の表面におけるスリット光の反射光を撮像し、スリット光を発した方向、光源の位置、及びCCDカメラの位置から、自己と物体との間の距離を測定するものである。したがって、CCDカメラによって撮像されたスリット光の反射光強度は、一定であることが望ましい。

【0004】ところで、反射光の強度は、自己が発するスリット光の強度が一定であっても、物体までの距離や物体の表面の反射特性によって変化してしまう。光切断法は、その測定原理からスリット光が連続してCCDカメラに撮像される必要がある。通常、光切断法が用いられる3次元計測においては、物体までの大まかな距離と測定対象の物体の表面の状態はある程度既知であるために、測定前の校正時にスリット光の発光強度とCCDカメラのダイナミックレンジを調整して測定するのが一般的である。

【0005】しかしながら、自律移動ロボット等の視覚センサとして光切断法を応用して床面及び床面に存在する障害物を検出する場合、測定対象の物体までの距離や物体表面の反射特性は未知であるために、スリット光の発光強度及びCCDカメラのダイナミックレンジを予め調整するのは現実的でない。そのため、所定の発光強度のレーザ光を用いて、弱い光から強い光までをカバーするダイナミックレンジによって測定を行わなければならない。しかし、物体までの距離や物体の反射特性によっては、カメラが有しているダイナミックレンジではカバーできないという問題がある。特に光切断法は、撮像されたスリット光の状態に応じて、物体形状の認識または距離の測定をするものであるため、スリット光が撮像できない場合は、ダイナミックレンジの影響で撮像できないのか、または物体の陰に隠れて撮像できないのか判断ができず、結果的に物体の認識や距離測定を正確に行うことができないという問題がある。

【0006】本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、撮像されるスリット光の輝度分布を一様にして確実にスリット光の撮像を可能にする光切断法を用いた距離測定装置及び距離測定方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、自己が発したレーザ光の反射光を撮像し、レーザ光

の発光位置と撮像位置の位置関係から測定対象物体までの距離を測定する距離測定装置であって、前記距離測定装置は、前記レーザ光を発するレーザ発光手段と、前記レーザ発光手段によって発せられたレーザ光を一方向へ拡散してスリット光にするビーム拡散手段と、前記スリット光の前記物体表面における反射光を撮像する画像取得手段と、前記ビーム拡散手段と前記物体との間に設けられ、前記スリット光のビーム拡散方向にスリット光の光強度分布を調整する光強度分布調整手段とを備えたことを特徴とする。

【0008】請求項2に記載の発明は、前記光強度分布調整手段は、前記物体の反射特性に基づいて決められた強度分布とすることを特徴とする。

【0009】請求項3に記載の発明は、前記光強度分布調整手段は、外部の制御信号に応じて前記レーザ光の透過率を変化させることによって光強度分布を変化させることを特徴とする。

【0010】請求項4に記載の発明は、自己が発したスリット光の反射光を撮像し、スリット光の発光位置と撮像位置の位置関係から物体までの距離を測定する距離測定方法であって、前記距離測定方法は、自己が発したレーザ光を一方向へ拡散してスリット光にして、測定対象の物体に照射し、撮像された物体表面におけるスリット光の反射光の輝度分布が一様になるように、照射するスリット光のビーム拡散方向にスリット光の光強度分布を調整して測定を行うことを特徴とする。

【0011】請求項5に記載の発明は、前記距離測定方法は、前記物体の反射特性に基づいて決められた強度分布を有するスリット光を照射することを特徴とする。

【0012】請求項6に記載の発明は、前記距離測定方法は、撮像された物体表面におけるスリット光の反射光の輝度分布に応じて、照射するスリット光の強度分布を変化させることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態による距離測定装置を図面を参照して説明する。初めに、図3を参照して、距離測定装置が取り付けられる2足歩行ロボットについて説明する。図3において、符号1は、自律型の2足歩行ロボット（以下、単にロボットと称する）である。符号2は、ロボット1の腰の高さに取り付けられた距離測定装置の光学系装置である。符号3は、距離測定装置2が照射するレーザ光の照射範囲であり、レーザ光を一方向に60°拡散し、スリット光にして床面4に照射する。さらに、このスリット光は、ロボット1のつま先から前方の床面を照射するように光学系装置2の向きを調整する。

【0014】図1は同実施形態の構成を示すブロック図である。この図において、符号11は、測定対象の物体に対して照射するレーザ光を発するレーザ光源である。符号12は、レーザ光源11との配置距離が短い短基線

長カメラであり、CCDカメラで構成される。この短基線長カメラ12は、基線長が短いため、距離測定精度が低い代わりにロボット1の前方を広い距離範囲で見渡すことができるという特徴を有している。符号13は、レーザ光源11との配置距離が長い長基線長カメラであり、CCDカメラで構成される。この長基線長カメラ13は、基線長が長いために距離測定精度が高い代わりにロボット1の前方を見渡す距離範囲が制限されるという特徴を有している。符号2は、図3に示す光学系装置であり、レーザ光源11、短基線長カメラ12、及び長基線長カメラ13からなる。符号14は、レーザ光源11に対して、レーザ光の発光を制御する制御信号を出力してレーザ光源を制御する発光制御部である。符号15は、2台のカメラから出力される画像信号を取り込むための画像メモリを備えた画像取り込み部である。

【0015】符号16は、画像取り込み部15に取り込まれた画像データに基づいて、前景の物体の高さを推定する高さ推定部である。符号17は、高さ推定部16において推定された物体の状態に応じて、ロボット1の移動経路を決定する移動経路決定部である。符号18は、移動経路決定部17において決定された経路と高さ推定部16において推定された物体高さとからロボット1の足の着地位置を決定する着地位置決定部である。符号19は、着地位置決定部18において決定された着地位置へ足を着地させるための制御を行う脚制御部である。

【0016】次に、図2を参照して、図1に示すレーザ光源11の詳細な構成を説明する。図2は、図1に示すレーザ光源11の構成を示すブロック図である。図2において、符号21は、レーザ光を発光するレーザ発光部である。符号22は、レーザ発光部21から発せられたレーザ光を集光して細いビームにする集光レンズである。符号23は、集光レンズ22によって細いビームにされたレーザ光を複数のビームに分ける回折格子であり、図2の紙面に垂直な方向へビームを分けるものである。符号24は、シリンドリカルレンズ等で構成されるビーム拡散レンズであり、レーザ光のビームを1方向に拡散してスリット光を生成するものである。このビーム拡散レンズ24によって、複数のビームのそれぞれは、拡散の角度が60°になるようにする。符号25は、スリット光の光強度を調整する強度調整フィルタである。

【0017】なお、図2において、床面の位置関係を示すと、符号4で示す直線が床面となり、符号Aの地点が、ロボット1のつま先の位置となる。また、光学系装置2をロボット1の腰の位置に取り付け、レーザ光を発光した状態を図5の模式図で示す。図5において、符号11はレーザ光源である。符号3は、床面4におけるレーザ光源から発せられたレーザ光の照射範囲を示している。ここでは、回折格子23によって、5つのビームに分けられており、さらにビーム拡散レンズ24によって5つのビームが60°に拡散されている。これらのレー

ザ光は、床面4に対して照射され、その反射光が基線長カメラ12及び長基線長カメラ13によって撮像される。図5においては、図を分かり易くするために回折格子23によって分けるビームの数を「5」としたが、実際には、図5に示す角度Bが 3.2° であり、角度Cが 1.6° である。したがって、ビームの数は「21」となる。

【0018】次に、図6を参照して、一般的な床面の反射特性について説明する。図6は、床面の反射特性を示す説明図である。一般的に面における反射特性は、完全な拡散反射特性を有している面でなければ、鏡面でなくとも正反射成分の強度が一番強くなる。ロボット1の腰の位置に取り付けられた光学系装置2においては、発光点と観測点のほぼ同じである。そのため、反射点1における反射光を観測点で受光すると、正反射成分が受光されることとなる。一方、反射点2における正反射成分は、観測点へ戻ることはなく、同様に、反射点3における正反射成分も観測点に戻ることはない。さらに、反射点2、3における正反射成分の反射方向と観測点方向とのなす角度D、Eは、観測点からの距離が長くなるほど大きくなる。反射光の受光強度は、正反射成分の反射方向と観測点方向とのなす角度が大きくなるほど弱くなる。また、発光点における発光強度が一定であっても、距離の2乗に反比例して強度は弱くなるために、発光点から反射点までの距離が長くなれば反射点へ届く光は弱くなる。したがって、反射光を観測点に配置されたCCDカメラで撮像した場合に、遠方のレーザ光が観測しにくいという問題が生じる。

【0019】すなわち、図6のように床面に対して、レーザ光を照射してその反射光を撮像しようとする場合、観測点における反射点1と反射点3の反射光の受光強度は、反射点3の反射光を「1」とすると、反射点1の反射光は約「10」となり10倍の差となる。この光強度差を1つのダイナミックレンジで撮像して、デジタル処理するための量子化を行った場合、通常のデジタル処理においては、量子化数は固定であるために、細かい輝度変化を検出することが困難となる。

【0020】このような床面の反射特性に基づいて、撮像されるスリット光の反射光が床面の位置に関係なく一定の受光強度になるようにするのが強度調整フィルタ25である。図4に、強度調整フィルタ25の透過率特性を示す。図4において、y軸は、レーザ発光部21は発光するレーザ光の波長域の透過率である。x軸は、発光点から床面へ垂直に降りる方向を 0° とし、前方 60° を最大としたときの仰角である。図4に示すように、強度調整フィルタ25は、仰角 60° （発光点から一番遠い点に届く方向）の透過率を100%とし、仰角 0° の透過率を8%としてある。さらに、 $0 \sim 60^\circ$ の間は、床面の反射特性変化と床面までの距離変化に比例して、観測点における受光強度が一定になるように透過率

が設定されている。特に、仰角 0° 付近は、正反射成分を受光するために透過率を低くしてある。このようなフィルタをレーザ発光部21に取り付けることによって、観測点におけるCCDカメラのダイナミックレンジは小さくてすむために、近傍から遠方までの距離の測定を容易に行うことが可能となる。

【0021】図7に強度調整フィルタ25の構成を示す。図7は、図2に示す強度調整フィルタ25をレーザ発光部21の方向から見た図である。図7において、符号3は、回折格子23によって5つのビームに分割し、さらにビーム拡散レンズ24によって拡散した得られたスリット光のビーム照射範囲を示している。強度調整フィルタ25は、全てのビーム照射範囲3の下端（仰角 0° ）におけるレーザ光の透過率が8%となるようになっており、上端（仰角 60° ）におけるレーザ光の透過率が100%となるように構成されている。そして、下端と上端の間は、図4に示す透過率特性を満たすように透過率に変化するようになっている。ただし、図7の紙面における横方向（水平方向）においては透過率の変化はない。すなわち、強度調整フィルタ25は、下方の透過率が低く、上方へ向かうにしたがって透過率が高くなるように構成されている。

【0022】図7に示す強度調整フィルタ25を透過して床面において反射した光を短基線長カメラ12及び長基線長カメラ13によって撮像すると、1つのスリット光は一樣の輝度で撮像することができる。これによって、スリット光を撮像するためのダイナミックレンジを狭くすることが可能となり、結果的に細かい輝度変化を検出することが可能となる。

【0023】また、強度調整フィルタ25は、液晶フィルタを用いて、各方向毎の透過率を外部からの制御信号に基づいて変化させるようにしてもよい。液晶フィルタを使用する場合は、制御信号に基づいて透過率を変化させることが可能であるために、光学系装置2の校正時において、床面に照射したスリット光を短基線長カメラ12及び長基線長カメラ13で撮像し、その撮像状態に基づいて、スリット光の輝度分布が一樣になるように透過率を調整して発光強度を調整することが可能となる。この場合は、床面の反射特性を予め知る必要がなく、未知の環境においても距離を測定することが可能となる。

【0024】さらに、液晶フィルタを用いた強度調整フィルタ25を使用した場合、障害物の反射特性や障害物までの距離に応じて、透過率を変化させることができるために障害物の認識処理を容易にすることが可能となる。

【0025】このように、反射光の輝度分布が一樣になるようにしたため、カメラが有するダイナミックレンジでカバーできない事態を回避することができ、物体認識や距離測定を正確に行うことが可能となる。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1、4に記載の発明によれば、自己が発したスリット光の反射光を撮像し、スリット光の発光位置と撮像位置の位置関係から物体までの距離を測定する場合に、自己が発したレーザー光を一方向へ拡散してスリット光にして、測定対象の物体に照射し、撮像された物体表面におけるスリット光の反射光の輝度分布が一樣になるように、照射するスリット光のビーム拡散方向にスリット光の光強度分布を調整するようにしたため、撮像されるスリット光の輝度分布を一樣になり確実にスリット光の撮像を行うことができるという効果が得られる。これは、結果的に距離精度の向上を図ることができるとともに、距離測定の処理を簡単に行うことができる。

【0027】また、請求項2、5に記載の発明によれば、測定対象の物体の反射特性に基づいて決められた強度分布を有するスリット光を照射するようにして、撮像される反射光の輝度分布を確実に一樣にできるようにしたため、撮像するカメラのダイナミックレンジが広くなくとも測定が可能になるという効果が得られる。

【0028】また、請求項3、6に記載の発明によれば、撮像された物体表面におけるスリット光の反射光の輝度分布に応じて、照射するスリット光の強度分布を変化させるようにして、未知の物体であっても確実に反射光の輝度分布を一樣にすることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】 図1に示すレーザー光源11の構成を示すブロッ

ック図である。

【図3】 2足歩行ロボット1の外観を示す説明図である。

【図4】 図2に示す強度調整フィルタ25の透過率特性を示す説明図である。

【図5】 光学系装置2からレーザー光を発光した状態を示す模式図である。

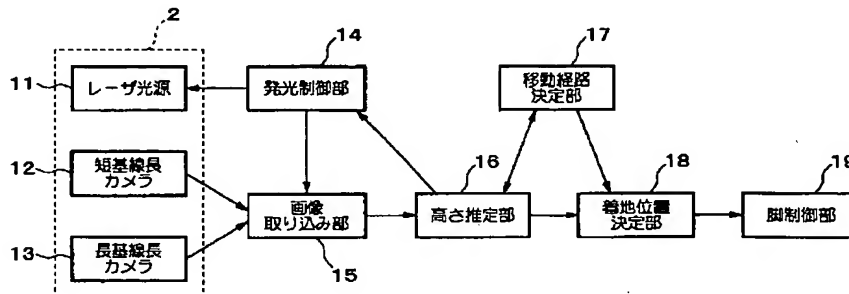
【図6】 床面4の反射特性を示す説明図である。

【図7】 図2に示す強度調整フィルタ25をレーザー発光部21の方向から見た図である。

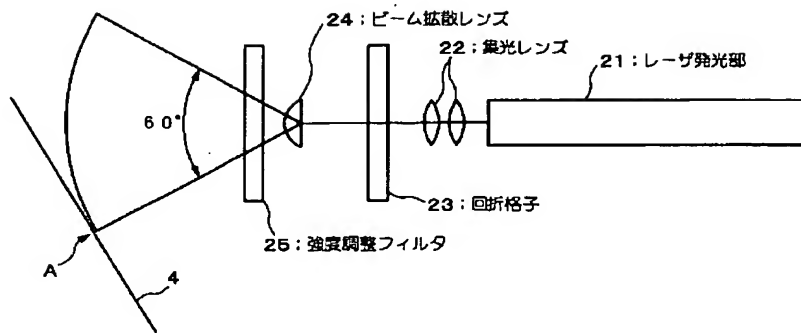
【符号の説明】

- 1・・・ロボット、
- 2・・・光学系装置、
- 3・・・レーザー照射範囲、
- 4・・・床面、
- 11・・・レーザー光源、
- 12・・・短基線長カメラ、
- 13・・・長基線長カメラ、
- 14・・・発光制御部、
- 15・・・画像取り込み部、
- 16・・・高さ推定部、
- 17・・・移動経路決定部、
- 18・・・着地位置決定部、
- 19・・・脚制御部、
- 21・・・レーザー発光部、
- 22・・・集光レンズ、
- 23・・・回折格子、
- 24・・・ビーム拡散レンズ、
- 25・・・強度調整フィルタ。

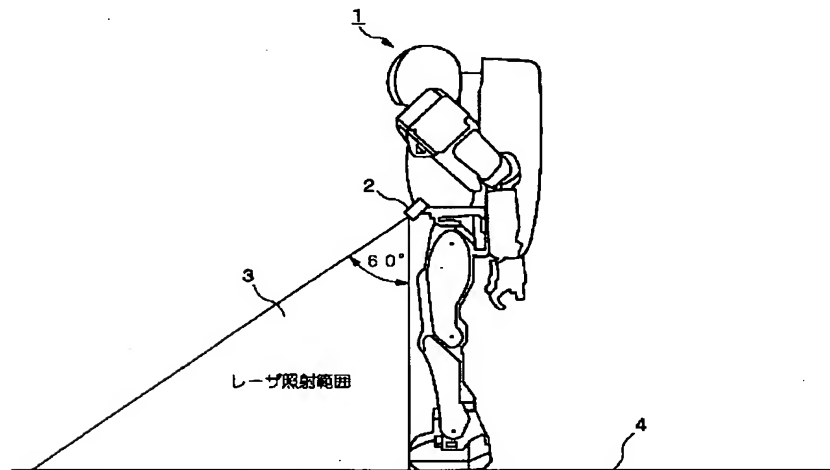
【図1】



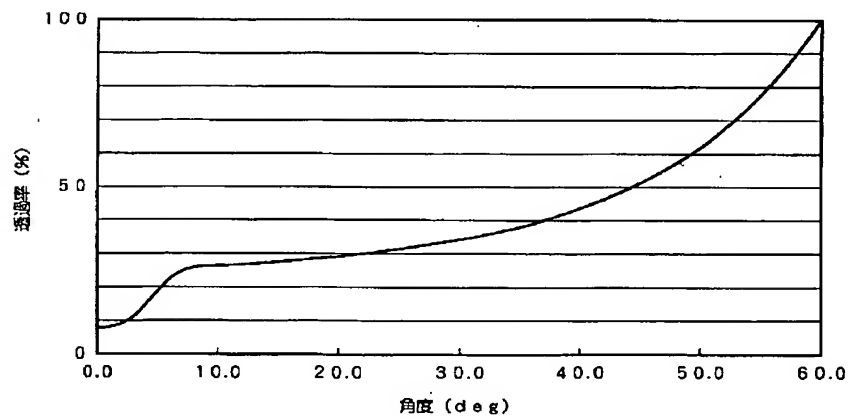
【図2】



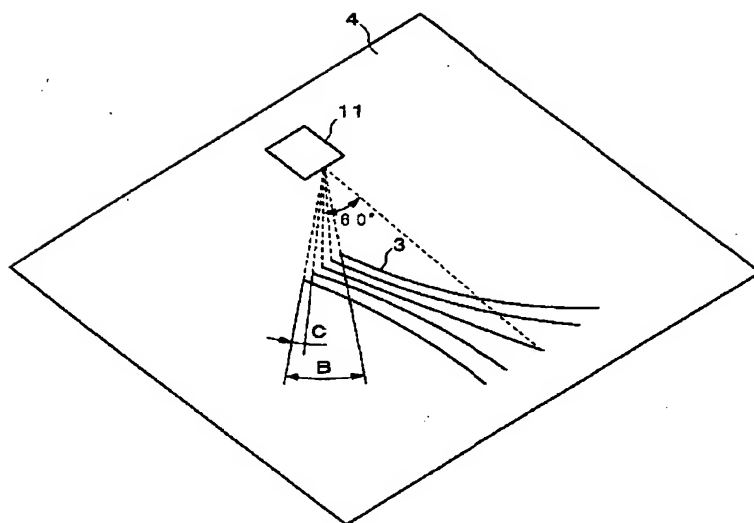
【図3】



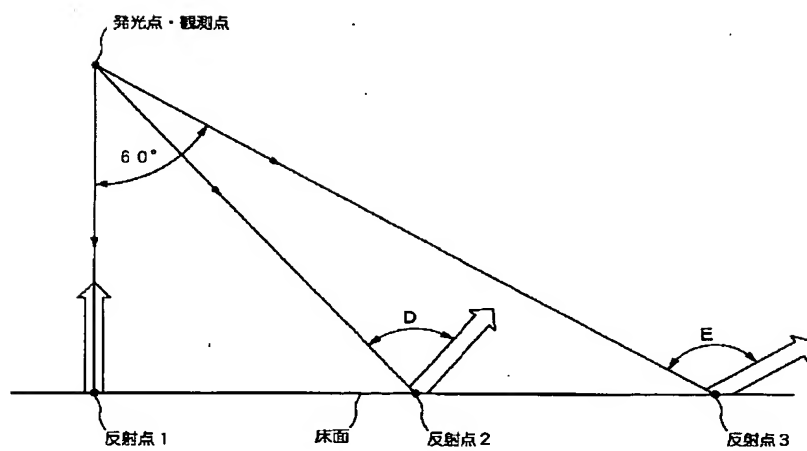
【図4】



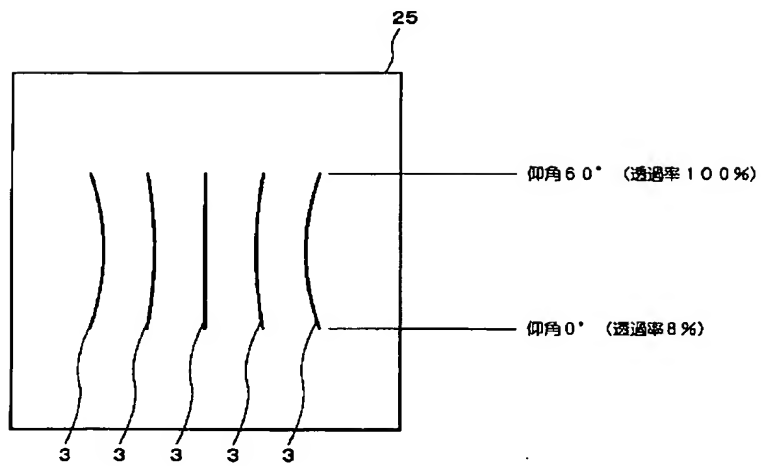
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA06 AA24 AA51 CC00 EE04
 FF01 FF02 FF09 GG04 GG08
 HH05 HH06 JJ03 JJ05 JJ26
 LL04 LL08 LL25 LL42 NN02
 NN08 NN17 NN20 PP25 QQ03
 QQ24
 2F112 AD03 CA04 CA12 DA13 DA19
 DA25 FA07 FA21 FA45
 5J084 AA05 AD05 AD07 BA04 BA34
 BB02 BB07 CA03 EA04